

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

31.03.00

REC'D 26 MAY 2000
WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1999年11月30日

出 願 番 号

Application Number:

平成11年特許願第340638号

出 願 人

Applicant(s):

エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社

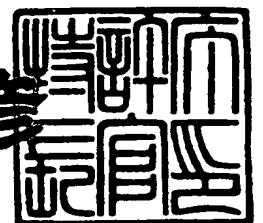
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 5月12日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤 隆彦



【書類名】 特許願

【整理番号】 DCMH110156

【提出日】 平成11年11月30日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04B 7/26

【発明の名称】 チャネル推定装置および方法、復調装置、ならびにフェーディング周波数判定装置および方法

【請求項の数】 35

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門二丁目10番1号 エヌ・ティ・ティ
移動通信網株式会社内

【氏名】 奥村 幸彦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門二丁目10番1号 エヌ・ティ・ティ
移動通信網株式会社内

【氏名】 安藤 英浩

【特許出願人】

【識別番号】 392026693

【氏名又は名称】 エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077481

【弁理士】

【氏名又は名称】 谷 義一

【選任した代理人】

【識別番号】 100088915

【弁理士】

【氏名又は名称】 阿部 和夫

【選任した代理人】

【識別番号】 100106998

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 傳一

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013424

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9706857

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 チャネル推定装置および方法、復調装置、ならびにフェージング周波数判定装置および方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 チャネル推定装置であって、

データチャンネルに並列多重された制御チャンネルに時間多重されているパイロットシンボルを重み付け平均化して前記データチャンネルのデータシンボルのチャンネル推定値を計算するチャンネル推定手段を備えたことを特徴とするチャンネル推定装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のチャンネル推定装置であって、前記チャンネル推定手段は、前記制御チャンネルの複数のスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を重み付け平均化して前記データシンボルのチャンネル推定値を計算することを特徴とするチャンネル推定装置。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 に記載のチャンネル推定装置であって、前記重み付け平均化に用いる係数は、前記制御チャンネルのスロットにおける前記パイロットシンボルの位置に応じて定められていることを特徴とするチャンネル推定装置。

【請求項 4】 請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載のチャンネル推定装置であって、前記チャンネル推定手段は、前記データチャンネルのスロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、各データシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値の計算に適切なパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値を計算することを特徴とするチャンネル推定装置。

【請求項 5】 請求項 4 に記載のチャンネル推定装置であって、前記チャンネル推定手段は、 i 番目 (i : 整数) のスロットの最後のデータシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値の計算、および $i + 1$ 番目のスロットの最初のデータシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値の計算において、同一のパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値を計算することを特徴とする

チャンネル推定装置。

【請求項 6】 請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載のチャンネル推定装置であって、

前記パイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定するフェージング周波数判定手段と、

前記フェージング周波数判定手段により判定されたフェージング周波数に応じて前記重み付け平均化に用いる係数を変化させる係数変化手段と
をさらに備えたことを特徴とするチャンネル推定装置。

【請求項 7】 請求項 6 に記載のチャンネル推定装置であって、前記フェージング周波数判定手段は、

前記制御チャンネルの 2 つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、

前記正規化手段により正規化された 2 つのパイロットシンボルの平均値の内積値を計算する内積値計算手段と、

前記内積値計算手段により計算された内積値を前記制御チャンネルの複数スロットにわたり平均化する内積値平均化手段と、

前記内積値平均化手段により平均化された内積値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定する閾値判定手段と

を有することを特徴とするチャンネル推定装置。

【請求項 8】 請求項 7 に記載のチャンネル推定装置であって、前記フェージング周波数判定手段は、前記内積値平均化手段により平均化された内積値がある一定の値よりも大きい場合には、前記制御チャンネルのより遠い間隔の 2 つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値について、前記正規化、前記内積値計算および前記内積値平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判定することを特徴とするチャンネル推定装置。

【請求項 9】 請求項 6 に記載のチャンネル推定装置であって、前記フェージング周波数判定手段は、

RAKE 合成に用いられるマルチパスの各々について、前記制御チャンネルの 2

つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、

前記マルチパスの各々について、前記正規化手段により正規化された2つのパイロットシンボルの平均値の内積値を計算する内積値計算手段と、

前記内積値計算手段により計算された前記マルチパスの各々の内積値を平均化する第1内積値平均化手段と、

前記第1内積値平均化手段により平均化された内積値を前記制御チャンネルの複数スロットにわたり平均化する第2内積値平均化手段と、

前記第2内積値平均化手段により平均化された内積値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定する閾値判定手段と

を有することを特徴とするチャンネル推定装置。

【請求項10】 請求項9に記載のチャンネル推定装置であって、前記フェージング周波数判定手段は、前記第2内積値平均化手段により平均化された内積値がある一定の値よりも大きい場合には、前記制御チャンネルのより遠い間隔の2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値について、前記正規化、前記内積値計算、前記マルチパスの各々の内積値の平均化、および前記複数スロットにわたる内積値の平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判定することを特徴とするチャンネル推定装置。

【請求項11】 請求項1ないし10のいずれかに記載のチャンネル推定装置と、

該チャンネル推定装置により取得したチャンネル推定値を用いて前記データシンボルのチャンネル変動を補償するチャンネル変動補償手段と

を備えたことを特徴とする復調装置。

【請求項12】 フェージング周波数判定装置であって、

データチャンネルに並列多重された制御チャンネルに時間多重されているパイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定するフェージング周波数判定手段を備えたことを特徴とするフェージング周波数判定装置。

【請求項 1 3】 請求項 1 2 に記載のフェージング周波数判定装置であって、前記フェージング周波数判定手段は、

前記制御チャネルの 2 つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、

前記正規化手段により正規化された 2 つのパイロットシンボルの平均値の内積値を計算する内積値計算手段と、

前記内積値計算手段により計算された内積値を前記制御チャネルの複数スロットにわたり平均化する内積値平均化手段と、

前記内積値平均化手段により平均化された内積値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定する閾値判定手段と

を有することを特徴とするフェージング周波数判定装置。

【請求項 1 4】 請求項 1 3 に記載のフェージング周波数判定装置であって、前記内積値平均化手段により平均化された内積値がある一定の値よりも大きい場合には、前記制御チャネルのより遠い間隔の 2 つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値について、前記正規化、前記内積値計算および前記内積値平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判定することを特徴とするフェージング周波数判定装置。

【請求項 1 5】 請求項 1 2 に記載のフェージング周波数判定装置であって、前記フェージング周波数判定手段は、

RAKE 合成に用いられるマルチパスの各々について、前記制御チャネルの 2 つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、

前記マルチパスの各々について、前記正規化手段により正規化された 2 つのパイロットシンボルの平均値の内積値を計算する内積値計算手段と、

前記内積値計算手段により計算された前記マルチパスの各々の内積値を平均化する第 1 内積値平均化手段と、

前記第 1 内積値平均化手段により平均化された内積値を前記制御チャネルの複数スロットにわたり平均化する第 2 内積値平均化手段と、

前記第 2 内積値平均化手段により平均化された内積値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定する閾値判定手段と

を有することを特徴とするフェージング周波数判定装置。

【請求項 1 6】 請求項 1 5 に記載のフェージング周波数判定装置であって、前記第 2 内積値平均化手段により平均化された内積値がある一定の値よりも大きい場合には、前記制御チャネルのより遠い間隔の 2 つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値について、前記正規化、前記内積値計算、前記マルチパスの各々の内積値の平均化、および前記複数スロットにわたる内積値の平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判定することを特徴とするフェージング周波数判定装置。

【請求項 1 7】 データシンボルおよびパイロットシンボルが時間多重されているチャネルにおけるパイロットシンボルを用いて前記データシンボルのチャネル推定値を計算するチャネル推定装置であって、

前記チャネルのスロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、各データシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値の計算に適切なパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値を計算するチャネル推定手段を備えたことを特徴とするチャネル推定装置。

【請求項 1 8】 請求項 1 7 に記載のチャネル推定装置であって、前記チャネル推定手段は、 i 番目 (i : 整数) のスロットの最後のデータシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値の計算、および $i + 1$ 番目のスロットの最初のデータシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値の計算において、同一のパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値を計算することを特徴とするチャネル推定装置。

【請求項 1 9】 請求項 1 7 または 1 8 に記載のチャネル推定装置であって、前記チャネル推定手段は、前記チャネルの複数のスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を重み付け平均化して前記データシンボルのチャネル推

定値を計算することを特徴とするチャネル推定装置。

【請求項 20】 請求項 17 ないし 19 のいずれかに記載のチャネル推定装置であって、前記重み付け平均化に用いる係数は、前記チャネルのスロットにおける前記パイロットシンボルの位置に応じて定められていることを特徴とするチャネル推定装置。

【請求項 21】 請求項 17 ないし 20 のいずれかに記載のチャネル推定装置であって、

前記パイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定するフェージング周波数判定手段と、

前記フェージング周波数判定手段により判定されたフェージング周波数に応じて前記重み付け平均化に用いる係数を変化させる係数変化手段と

をさらに備えたことを特徴とするチャネル推定装置。

【請求項 22】 請求項 21 に記載のチャネル推定装置であって、前記フェージング周波数判定手段は、

前記制御チャネルの 2 つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、

前記正規化手段により正規化された 2 つのパイロットシンボルの平均値の内積値を計算する内積値計算手段と、

前記内積値計算手段により計算された内積値を前記チャネルの複数スロットにわたり平均化する内積値平均化手段と、

前記内積値平均化手段により平均化された内積値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定する閾値判定手段と

を有することを特徴とするチャネル推定装置。

【請求項 23】 請求項 22 に記載のチャネル推定装置であって、前記フェージング周波数判定手段は、前記内積値平均化手段により平均化された内積値がある一定の値よりも大きい場合には、前記制御チャネルのより遠い間隔の 2 つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値について、前記正規化、前記内積値計算および前記内積値平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判定することを

特徴とするチャンネル推定装置。

【請求項 2 4】 請求項 2 1 に記載のチャンネル推定装置であって、前記フェージング周波数判定手段は、

RAKE 合成に用いられるマルチパスの各々について、前記制御チャンネルの 2 つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、

前記マルチパスの各々について、前記正規化手段により正規化された 2 つのパイロットシンボルの平均値の内積値を計算する内積値計算手段と、

前記内積値計算手段により計算された前記マルチパスの各々の内積値を平均化する第 1 内積値平均化手段と、

前記第 1 内積値平均化手段により平均化された内積値を前記チャンネルの複数スロットにわたり平均化する第 2 内積値平均化手段と、

前記第 2 内積値平均化手段により平均化された内積値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定する閾値判定手段と

を有することを特徴とするチャンネル推定装置。

【請求項 2 5】 請求項 2 4 に記載のチャンネル推定装置であって、前記フェージング周波数判定手段は、前記第 2 内積値平均化手段により平均化された内積値がある一定の値よりも大きい場合には、前記制御チャンネルのより遠い間隔の 2 つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値について、前記正規化、前記内積値計算、前記マルチパスの各々の内積値の平均化、および前記複数スロットにわたる内積値の平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判定することを特徴とするチャンネル推定装置。

【請求項 2 6】 請求項 1 7 ないし 2 5 のいずれかに記載のチャンネル推定装置と、

該チャンネル推定装置により取得したチャンネル推定値を用いて前記データシンボルのチャンネル変動を補償するチャンネル変動補償手段と

を備えたことを特徴とする復調装置。

【請求項 27】 フェージング周波数判定装置であって、

データシンボルおよびパイロットシンボルが時間多重されているチャンネルにおけるパイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定するフェージング周波数判定手段を備えたことを特徴とするフェージング周波数判定装置。

【請求項 28】 請求項 27 に記載のフェージング周波数判定装置であって、前記フェージング周波数判定手段は、

前記チャンネルの 2 つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、

前記正規化手段により正規化された 2 つのパイロットシンボルの平均値の内積値を計算する内積値計算手段と、

前記内積値計算手段により計算された内積値を前記チャンネルの複数スロットにわたり平均化する内積値平均化手段と、

前記内積値平均化手段により平均化された内積値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定するフェージング閾値判定手段と

を有することを特徴とするフェージング周波数判定装置。

【請求項 29】 請求項 28 に記載のフェージング周波数判定装置であって、前記内積値平均化手段により平均化された内積値がある一定の値よりも大きい場合には、前記制御チャンネルのより遠い間隔の 2 つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値について、前記正規化、前記内積値計算および前記内積値平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判定することを特徴とするフェージング周波数判定装置。

【請求項 30】 請求項 27 に記載のフェージング周波数判定装置であって、フェージング周波数判定手段は、

RAKE 合成に用いられるマルチパスの各々について、前記制御チャンネルの 2 つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、

前記マルチパスの各々について、前記正規化手段により正規化された 2 つのパイロットシンボルの平均値の内積値を計算する内積値計算手段と、

前記内積値計算手段により計算された前記マルチパスの各々の内積値を平均化する第 1 内積値平均化手段と、

前記第 1 内積値平均化手段により平均化された内積値を前記チャンネルの複数スロットにわたり平均化する第 2 内積値平均化手段と、

前記第 2 内積値平均化手段により平均化された内積値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定する閾値判定手段と

を有することを特徴とするフェージング周波数判定装置。

【請求項 3 1】 請求項 3 0 に記載のフェージング周波数判定装置であって、前記第 2 内積値平均化手段により平均化された内積値がある一定の値よりも大きい場合には、前記制御チャンネルのより遠い間隔の 2 つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値について、前記正規化、前記内積値計算、前記マルチパスの各々の内積値の平均化、および前記複数スロットにわたる内積値の平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判定することを特徴とするフェージング周波数判定装置。

【請求項 3 2】 チャンネル推定方法であって、

データチャンネルに並列多重された制御チャンネルに時間多重されているパイロットシンボルを重み付け平均化して前記データチャンネルのデータシンボルのチャンネル推定値を計算することを特徴とするチャンネル推定方法。

【請求項 3 3】 フェージング周波数判定方法であって、

データチャンネルに並列多重された制御チャンネルに時間多重されているパイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定することを特徴とするフェージング周波数判定方法。

【請求項 3 4】 データシンボルおよびパイロットシンボルが時間多重されているチャンネルにおけるパイロットシンボルを用いて前記データシンボルのチャンネル推定値を計算するチャンネル推定方法であって、

前記チャンネルのスロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、各データシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値の取得に適切なパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各デ

ータシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値を計算することを特徴とするチャネル推定方法。

【請求項35】 フェージング周波数判定方法であって、

データシンボルおよびパイロットシンボルが時間多重されているチャネルにおけるパイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定することを特徴とするフェージング周波数判定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はチャネル推定装置および該装置を備えた復調装置、チャネル推定方法、ならびにフェージング周波数判定装置および方法に関し、例えば、高速フェージング環境における音声・データ伝送を行う移動通信方式に適用できるチャネル推定装置、復調装置等に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

移動通信環境下においては、移動局と基地局との相対位置の移動に伴うレイリーフェージングに起因する振幅変動・位相変動が生じる。そして、情報を搬送波位相で伝送する位相変調方式では、差動符号化して前後のシンボルの相対位相に情報を載せて、受信側では遅延検波を行うことにより情報データを識別、判定する方法が一般的であった。しかし、この遅延検波では上述のように送信データを差動符号化するため、無線区間での1ビット誤りが情報データの2ビット誤りになる。このことから、同期検波に比較して例えば2相位相変調方式(BPSK変調)では、同じ信号電力対干渉・雑音電力比(SNIR)について受信誤り率が3dB劣化する。

【0003】

また、受信信号の位相を各シンボル毎に絶対位相で識別判定する絶対同期検波は高効率な受信特性を有するが、レイリーフェージング環境下において受信絶対位相を判定することは困難である。

【0004】

この問題を解決するために、データシンボル間にパイロットシンボルを挿入し、このパイロットシンボルを用いてデータシンボルのチャネル推定を行う方法が提案されている。パイロットシンボルの挿入方式としては、例えば、データシンボルおよびパイロットシンボルを1つのチャネルに時間多重する方式（時間多重方式）がある（図13）。以下の文献1～3では、この時間多重方式を用いたチャネル推定方法が提案されている。

文献1（電子情報通信学会論文誌V o l . J 7 2 - B - 1 1 , N o . 1 , p p . 7 - 1 5 , 1 9 8 9 年 1 月 , 三 瓶 「 陸 上 移 動 通 信 用 1 6 Q A M の フェージング歪み補償」）では、上記の問題に対してデータシンボル（情報シンボル）間に一定周期で挿入された位相既知のパイロットシンボルを用いてフェージング歪みを推定し、補償する方法が提案されている。この方法においては、通信チャネルにデータシンボル数シンボル毎に送信位相既知のパイロットシンボルを1シンボル挿入し、このパイロットシンボルの受信位相を基に伝送路推定を行う。該当するデータシンボル区間の前後のパイロットシンボルでの各通信者の各パスの受信信号の振幅・位相測定を行い、この測定値を内挿することにより、データシンボル区間の伝送路変動を推定し、補償する。

【0005】

文献2（電子情報通信学会技術報告R C S 9 7 - 7 4 , 安藤ら「D S - C D M A におけるパイロットシンボルのマルチスロット重み付き平均化チャネル推定法を用いるR A K E 受信）では、より多くのパイロットシンボルを用いてチャネル推定を行うことにより、より高精度なチャネル推定を行う方法が提案されている。データシンボルのチャネル推定は、データシンボル間に一定周期で挿入されたパイロットシンボルを用いて行う。具体的には、チャネル推定を行うデータシンボルの属するスロットの前後複数のスロットにおいて、パイロットシンボル（複素フェージング包絡線推定値：estimated complex fading envelope）の平均をとり（同相加算して）、その平均値を重み付け係数で重み付け平均化してチャネル推定値を取得することにより行う。これにより、熱雑音や自局マルチパス干渉および他局干渉に対してチャネル推定精度を向上させる。

【0006】

文献3（電子情報通信学会技術報告RCS98-20，安部田ら「DS-CDMA適応複数シンボル重み付け平均化パイロットチャンネル伝送路推定方式の特性」）では、重み付け係数を適応的に制御することによって熱雑音の軽減効果とフェージング変動に対する追従性を両立させる方式が提案されている。この方式においてはチャンネル推定に重み付け平均化を用い、その重み係数を適応信号によって逐次的に変化させ、最適な重み付け係数を求めている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

パイロットシンボルの挿入方式としては、時間多重方式の他に、データチャンネルに並列多重された制御チャンネルにパイロットシンボルを時間多重する並列時間多重方式がある（図1）。並列時間多重方式においても、パイロットシンボルを重み付け平均化してデータチャンネルのデータシンボルのチャンネル推定値を計算することにより、高精度なチャンネル推定を行うことが望まれる。

【0008】

また、上記文献1～3の方式では、各スロット内のチャンネル変動は小さいものとして、1スロット内のすべてのデータシンボルに対して、同じパイロットシンボルを用いて同じチャンネル推定値を取得している。そのため、高速フェージング時に特性の劣化が生ずるという問題がある。

【0009】

さらに、文献2の方式では重み付け係数は固定的に与えられており、熱雑音の影響を軽減するため当該スロットから時間的に離れた位置にあるスロットの重み付け係数を大きくすると、フェージング変動に対する追従性が劣化し、結果としてチャンネル推定精度が劣化するという問題があった。また、文献3の方式では文献2の問題は解決されるものの、適応信号処理を用いることにより復調装置の構成が複雑になるという問題がある。

【0010】

そこで、本発明の目的は、並列時間多重方式において、パイロットシンボルを重み付け平均化してデータチャンネルのデータシンボルのチャンネル推定値を計算す

ることにより、高精度なチャネル推定を行うことである。

【0011】

また、スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、各データシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値の計算に適切なパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値を計算することにより、高精度なチャネル推定を行うことである。

【0012】

さらに、パイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定することである。また、より簡易な構成でフェージング周波数に対して最適なチャネル推定を実現することである。

【0013】

【課題を解決するための手段】

以上の目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、チャネル推定装置であって、データチャネルに並列多重された制御チャネルに時間多重されているパイロットシンボルを重み付け平均化して前記データチャネルのデータシンボルのチャネル推定値を計算するチャネル推定手段を備えたことを特徴とする。

【0014】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載のチャネル推定装置であって、前記チャネル推定手段は、前記制御チャネルの複数のスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を重み付け平均化して前記データシンボルのチャネル推定値を計算することを特徴とする。

【0015】

請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載のチャネル推定装置であって、前記重み付け平均化に用いる係数は、前記制御チャネルのスロットにおける前記パイロットシンボルの位置に応じて定められていることを特徴とする。

【0016】

請求項4に記載の発明は、請求項1ないし3のいずれかに記載のチャネル推定装置であって、前記チャネル推定手段は、前記データチャネルのスロット内のデ

ータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、各データシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値の計算に適切なパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値を計算することを特徴とする。

【0017】

請求項5に記載の発明は、請求項4に記載のチャンネル推定装置であって、前記チャンネル推定手段は、 i 番目 (i :整数)のスロットの最後のデータシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値の計算、および $i+1$ 番目のスロットの最初のデータシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値の計算において、同一のパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値を計算することを特徴とする。

【0018】

請求項6に記載の発明は、請求項1ないし5のいずれかに記載のチャンネル推定装置であって、前記パイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定するフェージング周波数判定手段と、前記フェージング周波数判定手段により判定されたフェージング周波数に応じて前記重み付け平均化に用いる係数を変化させる係数変化手段とをさらに備えたことを特徴とする。

【0019】

請求項7に記載の発明は、請求項6に記載のチャンネル推定装置であって、前記フェージング周波数判定手段は、前記制御チャンネルの2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、前記正規化手段により正規化された2つのパイロットシンボルの平均値の内積値を計算する内積値計算手段と、前記内積値計算手段により計算された内積値を前記制御チャンネルの複数スロットにわたり平均化する内積値平均化手段と、前記内積値平均化手段により平均化された内積値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定する閾値判定手段とを有することを特徴とする。

【0020】

請求項8に記載の発明は、請求項7に記載のチャンネル推定装置であって、前記

フェージング周波数判定手段は、前記内積値平均化手段により平均化された内積値がある一定の値よりも大きい場合には、前記制御チャンネルのより遠い間隔の2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値について、前記正規化、前記内積値計算および前記内積値平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判定することを特徴とする。

【0021】

請求項9に記載の発明は、請求項6に記載のチャンネル推定装置であって、前記フェージング周波数判定手段は、RAKE合成に用いられるマルチパスの各々について、前記制御チャンネルの2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、前記マルチパスの各々について、前記正規化手段により正規化された2つのパイロットシンボルの平均値の内積値を計算する内積値計算手段と、前記内積値計算手段により計算された前記マルチパスの各々の内積値を平均化する第1内積値平均化手段と、前記第1内積値平均化手段により平均化された内積値を前記制御チャンネルの複数スロットにわたり平均化する第2内積値平均化手段と、前記第2内積値平均化手段により平均化された内積値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定する閾値判定手段とを有することを特徴とする。

【0022】

請求項10に記載の発明は、請求項9に記載のチャンネル推定装置であって、前記フェージング周波数判定手段は、前記第2内積値平均化手段により平均化された内積値がある一定の値よりも大きい場合には、前記制御チャンネルのより遠い間隔の2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値について、前記正規化、前記内積値計算、前記マルチパスの各々の内積値の平均化、および前記複数スロットにわたる内積値の平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判定することを特徴とする。

【0023】

請求項11に記載の発明は、請求項1ないし10のいずれかに記載のチャンネル

推定装置と、該チャンネル推定装置により取得したチャンネル推定値を用いて前記データシンボルのチャンネル変動を補償するチャンネル変動補償手段とを備えたことを特徴とする。

【0024】

請求項12に記載の発明は、フェージング周波数判定装置であって、データチャンネルに並列多重された制御チャンネルに時間多重されているパイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定するフェージング周波数判定手段を備えたことを特徴とする。

【0025】

請求項13に記載の発明は、請求項12に記載のフェージング周波数判定装置であって、前記フェージング周波数判定手段は、前記制御チャンネルの2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、前記正規化手段により正規化された2つのパイロットシンボルの平均値の内積値を計算する内積値計算手段と、前記内積値計算手段により計算された内積値を前記制御チャンネルの複数スロットにわたり平均化する内積値平均化手段と、前記内積値平均化手段により平均化された内積値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定する閾値判定手段とを有することを特徴とする。

【0026】

請求項14に記載の発明は、請求項13に記載のフェージング周波数判定装置であって、前記内積値平均化手段により平均化された内積値がある一定の値よりも大きい場合には、前記制御チャンネルのより遠い間隔の2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値について、前記正規化、前記内積値計算および前記内積値平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判定することを特徴とする。

【0027】

請求項15に記載の発明は、請求項12に記載のフェージング周波数判定装置であって、前記フェージング周波数判定手段は、RAKE合成に用いられるマルチパスの各々について、前記制御チャンネルの2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、前記マルチパスの各々につ

いて、前記正規化手段により正規化された2つのパイロットシンボルの平均値の内積値を計算する内積値計算手段と、前記内積値計算手段により計算された前記マルチパスの各々の内積値を平均化する第1内積値平均化手段と、前記第1内積値平均化手段により平均化された内積値を前記制御チャネルの複数スロットにわたり平均化する第2内積値平均化手段と、前記第2内積値平均化手段により平均化された内積値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定する閾値判定手段とを有することを特徴とする。

【0028】

請求項16に記載の発明は、請求項15に記載のフェージング周波数判定装置であって、前記第2内積値平均化手段により平均化された内積値がある一定の値よりも大きい場合には、前記制御チャネルのより遠い間隔の2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値について、前記正規化、前記内積値計算、前記マルチパスの各々の内積値の平均化、および前記複数スロットにわたる内積値の平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判定することを特徴とする。

【0029】

請求項17に記載の発明は、データシンボルおよびパイロットシンボルが時間多重されているチャネルにおけるパイロットシンボルを用いて前記データシンボルのチャネル推定値を計算するチャネル推定装置であって、前記チャネルのスロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、各データシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値の計算に適切なパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値を計算するチャネル推定手段を備えたことを特徴とする。

【0030】

請求項18に記載の発明は、請求項17に記載のチャネル推定装置であって、前記チャネル推定手段は、 i 番目 (i :整数)のスロットの最後のデータシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値の計算、および $i+1$ 番目のスロットの最初のデータシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値の計算において

、同一のパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値を計算することを特徴とする。

【0031】

請求項19に記載の発明は、請求項17または18に記載のチャンネル推定装置であって、前記チャンネル推定手段は、前記チャンネルの複数のスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を重み付け平均化して前記データシンボルのチャンネル推定値を計算することを特徴とする。

【0032】

請求項20に記載の発明は、請求項17ないし19のいずれかに記載のチャンネル推定装置であって、前記重み付け平均化に用いる係数は、前記チャンネルのスロットにおける前記パイロットシンボルの位置に応じて定められていることを特徴とする。

【0033】

請求項21に記載の発明は、請求項17ないし20のいずれかに記載のチャンネル推定装置であって、前記パイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定するフェージング周波数判定手段と、前記フェージング周波数判定手段により判定されたフェージング周波数に応じて前記重み付け平均化に用いる係数を変化させる係数変化手段とをさらに備えたことを特徴とする。

【0034】

請求項22に記載の発明は、請求項21に記載のチャンネル推定装置であって、前記フェージング周波数判定手段は、前記制御チャンネルの2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、前記正規化手段により正規化された2つのパイロットシンボルの平均値の内積値を計算する内積値計算手段と、前記内積値計算手段により計算された内積値を前記チャンネルの複数スロットにわたり平均化する内積値平均化手段と、前記内積値平均化手段により平均化された内積値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定する閾値判定手段とを有することを特徴とする。

【 0 0 3 5 】

請求項 2 3 に記載の発明は、請求項 2 2 に記載のチャンネル推定装置であって、前記フェージング周波数判定手段は、前記内積値平均化手段により平均化された内積値がある一定の値よりも大きい場合には、前記制御チャンネルのより遠い間隔の 2 つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値について、前記正規化、前記内積値計算および前記内積値平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判定することを特徴とする。

【 0 0 3 6 】

請求項 2 4 に記載の発明は、請求項 2 1 に記載のチャンネル推定装置であって、前記フェージング周波数判定手段は、RAKE 合成に用いられるマルチパスの各々について、前記制御チャンネルの 2 つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、前記マルチパスの各々について、前記正規化手段により正規化された 2 つのパイロットシンボルの平均値の内積値を計算する内積値計算手段と、前記内積値計算手段により計算された前記マルチパスの各々の内積値を平均化する第 1 内積値平均化手段と、前記第 1 内積値平均化手段により平均化された内積値を前記チャンネルの複数スロットにわたり平均化する第 2 内積値平均化手段と、前記第 2 内積値平均化手段により平均化された内積値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定する閾値判定手段とを有することを特徴とする。

【 0 0 3 7 】

請求項 2 5 に記載の発明は、請求項 2 4 に記載のチャンネル推定装置であって、前記フェージング周波数判定手段は、前記第 2 内積値平均化手段により平均化された内積値がある一定の値よりも大きい場合には、前記制御チャンネルのより遠い間隔の 2 つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値について、前記正規化、前記内積値計算、前記マルチパスの各々の内積値の平均化、および前記複数スロットにわたる内積値の平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判定することを特徴とする。

【 0 0 3 8 】

請求項 2 6 に記載の発明は、請求項 1 7 ないし 2 5 のいずれかに記載のチャンネル推定装置と、該チャンネル推定装置により取得したチャンネル推定値を用いて前記データシンボルのチャンネル変動を補償するチャンネル変動補償手段とを備えたことを特徴とする。

【 0 0 3 9 】

請求項 2 7 に記載の発明は、フェージング周波数判定装置であって、データシンボルおよびパイロットシンボルが時間多重されているチャンネルにおけるパイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定するフェージング周波数判定手段を備えたことを特徴とする。

【 0 0 4 0 】

請求項 2 8 に記載の発明は、請求項 2 7 に記載のフェージング周波数判定装置であって、前記フェージング周波数判定手段は、前記チャンネルの 2 つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、

前記正規化手段により正規化された 2 つのパイロットシンボルの平均値の内積値を計算する内積値計算手段と、前記内積値計算手段により計算された内積値を前記チャンネルの複数スロットにわたり平均化する内積値平均化手段と、

前記内積値平均化手段により平均化された内積値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定するフェージング閾値判定手段とを有することを特徴とする。

【 0 0 4 1 】

請求項 2 9 に記載の発明は、請求項 2 8 に記載のフェージング周波数判定装置であって、前記内積値平均化手段により平均化された内積値がある一定の値よりも大きい場合には、前記制御チャンネルのより遠い間隔の 2 つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値について、前記正規化、前記内積値計算および前記内積値平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判定することを特徴とする。

【 0 0 4 2 】

請求項 3 0 に記載の発明は、請求項 2 7 に記載のフェージング周波数判定装置であって、フェージング周波数判定手段は、RAKE 合成に用いられるマルチパ

スの各々について、前記制御チャネルの2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化する正規化手段と、前記マルチパスの各々について、前記正規化手段により正規化された2つのパイロットシンボルの平均値の内積値を計算する内積値計算手段と、前記内積値計算手段により計算された前記マルチパスの各々の内積値を平均化する第1内積値平均化手段と、前記第1内積値平均化手段により平均化された内積値を前記チャネルの複数スロットにわたり平均化する第2内積値平均化手段と、前記第2内積値平均化手段により平均化された内積値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定する閾値判定手段とを有することを特徴とする。

【0043】

請求項31に記載の発明は、請求項30に記載のフェージング周波数判定装置であって、前記第2内積値平均化手段により平均化された内積値がある一定の値よりも大きい場合には、前記制御チャネルのより遠い間隔の2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値について、前記正規化、前記内積値計算、前記マルチパスの各々の内積値の平均化、および前記複数スロットにわたる内積値の平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判定することを特徴とする。

【0044】

請求項32に記載の発明は、チャネル推定方法であって、データチャネルに並列多重された制御チャネルに時間多重されているパイロットシンボルを重み付け平均化して前記データチャネルのデータシンボルのチャネル推定値を計算することを特徴とする。

【0045】

請求項33に記載の発明は、フェージング周波数判定方法であって、データチャネルに並列多重された制御チャネルに時間多重されているパイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定することを特徴とする。

【0046】

請求項34に記載の発明は、データシンボルおよびパイロットシンボルが時間多重されているチャネルにおけるパイロットシンボルを用いて前記データシンボ

ルのチャンネル推定値を計算するチャンネル推定方法であって、前記チャンネルのスロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、各データシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値の取得に適切なパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値を計算することを特徴とする。

【0047】

請求項35に記載の発明は、フェージング周波数判定方法であって、データシンボルおよびパイロットシンボルが時間多重されているチャンネルにおけるパイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定することを特徴とする。

【0048】

以上の構成によれば、並列時間多重方式において、パイロットシンボルを重み付け平均化してデータチャンネルのデータシンボルのチャンネル推定値を計算することにより、高精度なチャンネル推定を行うことができる。

【0049】

また、スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、各データシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値の計算に適切なパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値を計算することにより、高精度なチャンネル推定を行うことができる。

【0050】

さらに、パイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定することができる。また、より簡易な構成でフェージング周波数に対して最適なチャンネル推定を実現することができる。

【0051】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について詳しく説明する。

【0052】

(第1実施形態)

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る復調装置が受信する信号のフレーム構成の一例を示す図である。本実施形態に係る復調装置は、データチャネルおよびデータチャネルに並列多重された制御チャネルの信号を受信し、復調する。制御チャネルには、送信パターン既知の（例えば、1 次変調が位相変調の場合には位相既知の）パイロットシンボルが時間多重されている（並列時間多重方式）。このパイロットシンボル部分での受信信号（位相，振幅）を参照信号として、データチャネルのデータシンボルのチャンネル変動を推定する。

【 0 0 5 3 】

図 2 は、本実施形態に係る復調装置によるチャンネル推定の方法を説明するための図である。チャンネル推定は、パイロットシンボルを用いて行う。具体的には、複数のスロットにおいて、パイロットシンボル（複素フェージング包絡線推定値） ξ の平均をとり（同相加算して）、その平均値 ξ' を重み付け係数（重み付け平均化に用いる係数） α_0 、 α_1 等で重み付け平均化してチャンネル推定値 ξ'' を計算することにより行う。

【 0 0 5 4 】

図 2 の例では、 n 番目のスロットのデータシンボルのチャンネル推定値 ξ'' (n) を、 $n-2$ 番目のパイロットブロック ($n-2$ 番目のスロットのパイロットシンボルの集合) のパイロットシンボルの平均から求められるチャンネル推定値 ξ' ($n-2$) から $n+3$ 番目のパイロットブロックのチャンネル推定値 ξ' ($n+3$) を用いて以下のように計算している。

【 0 0 5 5 】

【数 1】

$$\xi''(n) = \sum_{i=-2}^3 \alpha_i \cdot \xi'(n+i) \quad (1)$$

【 0 0 5 6 】

異なるスロットに属する多くのパイロットシンボルを用いてチャンネル推定を行うことにより高精度なチャンネル推定を行うことができる。実際の移動伝搬環境においては、熱雑音（送信電力をできるだけ低減させるために、特にセル端では雑

音の影響が大きい)、および他ユーザからの相互相関に起因する干渉信号が、自チャンネルの希望波信号に加わり、さらに、フェージングによって受信信号の位相や振幅が時々刻々と変化するためにチャンネル推定精度は劣化するからである。スロット単位で送信電力制御を行っている場合には、スロットが異なるパイロットシンボル間では電力が異なるが、この差に起因するチャンネル推定誤差よりも、より多くのスロットのパイロットシンボルを用いることによる熱雑音、干渉信号の影響の低減効果の方が大きい。

【0057】

図3は、本実施形態に係る復調装置の構成例を示すブロック図である。本実施形態に係る復調装置は、データチャンネル用マッチトフィルタ102、遅延部104、制御チャンネル用マッチトフィルタ106、チャンネル推定部120、乗算部108、およびRAKE(レイク)合成部110を備える。本実施形態に係る復調装置は、CDMA(Code Division Multiple Access)方式に準拠しているが、本発明を他の方式(例えば、TDMA(Time Division Multiple Access)方式、FDMA(Frequency Division Multiple Access)方式)に準拠した復調装置に適用することも可能である。

【0058】

図4は、本実施形態に係るチャンネル推定部の構成例を示すブロック図である。本実施形態に係るチャンネル推定部120は、スロット同期検出部122、パイロットシンボル平均化部124、遅延部126、128、130等、乗算部132、134、136等、重み付け係数制御部138、加算部140、およびフェージング周波数判定部150を備える。チャンネル推定部120は、ハードウェアとして実現することもできるし、DSP(Digital Signal Processor)等によりソフトウェアとして実現することもできる。

【0059】

図5は、本実施形態に係るフェージング周波数判定部の構成例を示すブロック図である。本実施形態に係るフェージング周波数判定部150は、正規化部152、内積値計算部154、第1平均化部156、第2平均化部158、および判定部160を備える。

【0060】

以下、図3～図5を参照して本実施形態に係る復調装置の動作を説明する。データチャンネル用マッチトフィルタ102では、データチャンネルの受信拡散信号を各ユーザの各マルチパスの受信タイミングに応じた拡散符号レプリカを用いて逆拡散する。制御チャンネル用マッチトフィルタ106では、制御チャンネルの受信拡散信号を各ユーザの各マルチパスの受信タイミングに応じた拡散符号レプリカを用いて逆拡散する。チャンネル推定部120のスロット（パイロットブロック）同期検出部122では、制御チャンネルにおけるパイロットシンボル位置の検出を行う。パイロットシンボル平均化部124では、このタイミング情報から、各パイロットブロック内のパイロットシンボルでの受信チャンネルを平均化して各パイロットブロック毎のチャンネルを推定する。

【0061】

この各パイロットブロックでの推定チャンネル情報を遅延部126、128、130等に入力してタイミングをそろえ、重み係数制御部138が発生する重み係数を用いて、乗算部132、134、136等、および加算部140により重み付け平均化（重み付け加算）してチャンネル推定値を計算する。

【0062】

n 番目のスロットのデータシンボルのチャンネル推定値は、例えば図2に示すように、 $n-K+1$ 番目（ K ：自然数）のパイロットブロックから $n+K$ 番目のパイロットブロック（図2の例では $K=3$ ）を用いて計算することができる。また例えば、遅延を考慮して、 $n-K+1$ 番目のパイロットブロックから n 番目のパイロットブロックを用いて計算することもできる。

【0063】

図6は、チャンネル推定値の計算例を示す図である。図6の例では、 n 番目のスロットのデータシンボルのチャンネル推定値を、 $n-1$ 番目のパイロットブロックから $n+1$ 番目のパイロットブロックを用いて計算している。ここで、重み付け係数の比率を例えば、 $\alpha_{-1} : \alpha_0 : \alpha_1 = 0.4 : 1.0 : 0.4$ とすることができる。重み付け係数の値は、チャンネル推定値を計算しようとするデータシンボルに近い（時間的に近い）パイロットブロックほど大きくすることが好ましい。伝

搬路は時々刻々と変動しており、そのようなパイロットブロックほど、 n 番目のデータシンボルを送信した際の伝搬路の状態を反映しているからである。図6のフレーム構成においては、スロット内でのパイロットブロック（パイロットシンボル）の位置が時間的に前の方（図6を見てわかるように左に偏っている）にあるため、重み付け係数の比率を例えば、 $\alpha_{-1} : \alpha_0 : \alpha_1 = 0.2 : 1.0 : 0.6$ とした方がよりよいチャネル推定値が得られるものと考えられる。このように、重み付け係数を、スロットにおけるパイロットシンボルの位置に応じて定めることにより、高精度なチャネル推定値が得られる。

【0064】

図2および図6においては、スロット内のすべてのパイロットシンボルを用いてチャネル推定値を計算しているが、スロット内のすべてのパイロットシンボルを用いずにチャネル推定値を計算するようにしてもよい。また、図2および図6においては、パイロットブロック内のパイロットシンボルの平均値を計算してから重み付け平均化を行っているが、パイロットシンボル毎に重み付け係数を設けて重み付け平均化を行ってもよい。また、パイロットブロック内のパイロットシンボルが1つの場合には平均値を計算する必要はない。

【0065】

図2および図6において、チャネル推定値は、1スロット内のデータシンボルのすべてに共通であったが、スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャネル推定値の計算に適切なパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値を計算することもできる。

【0066】

図7は、1スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャネル推定値を計算する例を示す図である。図7の例では、データシンボル区間（1）、（2）および（3）については $n-1$ 番目のパイロットブロックから $n+1$ 番目のパイロットブロックを用いてチャネル推定値を計算し、データシンボル区間（4）、（5）および（6）については n 番目のパイロットブロックから $n+2$ 番目のパイロットブロックを用いてチャネ

ル推定値を計算している。データシンボル区間(1)、(2)および(3)についてのチャンネル推定値の計算は、それぞれ同じ重み付け係数を用いて行うこともできるし、異なる重み付け係数を用いて行うこともできる。データシンボル区間(4)、(5)および(6)についても同様である。

【0067】

また、図7の例では、 $n-1$ 番目のスロットの最後のデータシンボル区間(1)のデータシンボルのチャンネル推定値の計算、および n 番目のスロットの最初のデータシンボル区間(2)のデータシンボルのチャンネル推定値の計算において、同一のパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値を計算している。

【0068】

図8～図10も、1スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャンネル推定値を計算する例を示す図である。図8～図10の例では、制御チャンネルのスロットの前2シンボルおよび後2シンボルがパイロットシンボルになっている。また、チャンネル推定においては、一定シンボル数のパイロットシンボルに対する平均値をシンボル位置を逐次移動させながら計算する。図8～図10の例では、パイロットブロックごとのパイロットシンボルの平均値は求めずに、パイロットシンボルを直接重み付け平均化している。

【0069】

図8の例では、重み付け平均化に用いるパイロットシンボルは4つであり、1スロット内のデータシンボルを3つの区間に分割している。図9の例では、重み付け平均化に用いるパイロットシンボルは4つであり、1スロット内のデータシンボルを5つの区間に分割している。図10の例では、重み付け平均化に用いるパイロットシンボルは8つであり、1スロット内のデータシンボルを3つの区間に分割している。

【0070】

図8～図10の例では、 i 番目(i :整数)のスロットの最後のデータシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値の計算、および $i+1$ 番目のスロット

の最初のデータシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値の計算において、同一のパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値を計算している。

【0071】

本実施形態において、重み付け平均化に用いる重み付け係数は、フェージング周波数に応じて変化させている。フェージング周波数判定部150はパイロットシンボルの平均値に基づきフェージング周波数を判定し、重み付け係数制御部138はその判定結果に基づき発生する重み付け係数を変化させる。

【0072】

フェージング周波数判定部150は、制御チャンネルの2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値を正規化した上で内積値を計算する。

【0073】

図11は、フェージング周波数判定の概念を説明するための図である。図11(a)に示すように、フェージング変動が遅ければ（フェージング周波数が小さければ）、スロット毎のチャンネル推定値の相関が大きいため、内積値は大きくなる。一方、フェージング変動が速ければ（フェージング周波数が大きければ）、スロット毎のチャンネル推定値の相関が小さいため、内積値は小さくなる。

【0074】

図12は、フェージング周波数 (f_{DTslot}) をパラメータとして測定時間（横軸）に対する測定値（縦軸）を、計算機シミュレーションで求めた結果を示す図である。図12の例では、フェージング周波数が0.3以上の高速フェージングであるか否かを判定するためには、測定値に対するしきい値を例えば0.3に設定し、この値を下回る場合に0.3以上のフェージング周波数であると判定することができる。

【0075】

フェージング周波数判定部150の正規化部152は、制御チャンネルの2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値、すなわち2つのパイロットブロックについて、そのパイロットブロック内のパイロットシンボルの平均値を正規化する。内積値計算部154は、正規化された2つのパイロットシンボル

の平均値の内積値を計算する。

【0076】

本実施形態に係る復調装置は RAKE 合成を行う復調装置であり、RAKE 合成に用いられるマルチパスの各々について、上記の正規化および内積値計算を行う。マルチパスの各々の内積値は、第 1 平均化部 156 により平均化される。複数のパスにわたり平均化を行わない場合には、第 1 平均化部 156 は不要である。

【0077】

第 1 平均化部 156 により計算された平均値は、さらに第 2 平均化部 158 により複数スロットにわたり平均化される（例えば、図 11 (a) において内積値 (1)、(2) および (3) が平均化される）。これにより熱雑音の影響が軽減される。複数のスロットにわたり平均化を行わない場合には、第 2 平均化部 158 は不要である。

【0078】

閾値判定部 160 では、第 2 平均化部 158 により計算された平均値と閾値とを比較してフェージング周波数を判定する。具体的には、あらかじめ設定された閾値により複数段階に閾値判定を行うことにより、フェージング周波数が複数の領域のいずれにあたるかを判定する。本実施形態においては、フェージング周波数の判定を閾値により行っているが、例えば計算式により行うようにしてもよい。

【0079】

本実施形態では、2つのパイロットブロックの各々のパイロットシンボルの平均値の内積をとってフェージング周波数の判定を行っているが、内積をとる2つのパイロットブロックは、例えば、隣接するスロットのパイロットブロック（例えば、図 11 (a) のパイロットブロック (1) と (2)）でもよいし、1つおきのスロットのパイロットブロック（例えば、図 11 (a) のパイロットブロック (1) と (3)）でもよい。また、パイロットブロックを用いずに、あるパイロットシンボルと他のパイロットシンボルとの内積をとって、フェージング周波数を判定してもよい。

【0080】

また、パイロットシンボル（の平均値）の内積値（の平均値）（例えば、図5の第2平均化部158の出力）がある一定の値よりも大きい場合には、制御チャネルのより遠い間隔の2つのスロットの各々におけるパイロットシンボルの平均値について、上記正規化、上記内積値計算、上記マルチパスの各々の内積値の平均化、および上記複数スロットにわたる内積値の平均化を行い、得られた平均化された内積値と当該より遠い間隔に応じた閾値とを比較してフェージング周波数を判定するようにすることができる。

【0081】

図12のフェージング周波数をパラメータとした内積値のグラフから分かるように、より高いフェージング周波数においては周波数の違いによる内積値の違いが相対的に大きい（分解能が高い）ため容易にフェージング周波数をしきい値判定することが可能であるのに対して、より低いフェージング周波数においては内積値の違いが相対的に小さい（分解能が低い）ためフェージング周波数判定が困難となる傾向にある。

【0082】

ここで、内積値の算出に用いるパイロットシンボルが含まれるスロットの間隔をより遠くすることで、より低いフェージング周波数における分解能を高めることができる。そこで、最初分解能の低い（すなわち間隔の短いスロットのパイロットシンボルを用いた）内積値を求めて、ある一定の値よりも大きい内積値（すなわちある一定のフェージング周波数よりも低い周波数）であった場合に、さらに、分解能の高い（すなわち間隔の長いスロットのパイロットシンボルを用いた）内積値をフェージング周波数の判定値に用いることで、高いフェージング周波数から低いフェージング周波数のより幅の広い周波数レンジに対する精度の高い判定を行うことが可能である。

【0083】

例えば、隣接するスロット（1スロット間隔）のパイロットシンボル（の平均値）の内積値（の平均値）（例えば、図5の第2平均化部158の出力）が、ある一定の周波数以下のフェージング周波数に対応する値であった場合、さらに1

スロット離れた2スロット間隔のパイロットシンボルの内積値をしきい値判定することで、より高い分解能でフェージング周波数を判定することが可能である。

【0084】

また、2スロット間隔の内積値が、より低いある一定の周波数以下のフェージング周波数に対応する値であった場合に、さらに1スロット離れた3スロット間隔のパイロットシンボルの内積値を用いてフェージング周波数判定するというように、スロット間隔を次第に広げて行って分解能を高めて行くことが可能である（スロット間隔を狭い間隔から広い間隔に変えて行く理由は、与えられたスロット間隔に対して判定可能な周波数が、間隔を広げるに連れて低くなるためである）。

【0085】

なお、異なるスロット間隔による内積値の算出は、並列して行うことが可能であり、並列して算出することで、上記のような段階的な判定を行う場合であっても短時間で判定結果を得ることができる。

【0086】

このように判定されたフェージング周波数に基づき、重み付け係数制御部138では、重み付け係数を変化させる。図6の例で考えると、フェージング周波数が大きい場合には、フェージング周波数が小さい場合に比べて、チャネル推定値を計算しようとするデータシンボルに近い（時間的に近い）パイロットブロックの重み付け係数をより大きくする。フェージング周波数が大きい場合には、チャネル推定値を計算しようとするデータシンボルのチャネル変動と、そのデータシンボルから遠い（時間的に遠い）パイロットブロックのチャネル変動とでは大きく異なるからである。例えば、フェージング周波数が小さい場合の重み付け係数の比率を、 $\alpha_{-1} : \alpha_0 : \alpha_1 = 0.2 : 1.0 : 0.6$ とし、フェージング周波数が大きい場合の重み付け係数の比率を、 $\alpha_{-1} : \alpha_0 : \alpha_1 = 0.05 : 1.0 : 0.5$ とする（ n 番目のスロットのパイロットブロック、 $n+1$ 番目のスロットのパイロットブロック、 $n-1$ 番目のスロットのパイロットブロックの順にチャネル推定値を計算しようとするデータシンボルに近いものとして考えている）。

【0087】

本実施形態においては、重み付け平均化に用いる重み付け係数をフェージング周波数に応じて変化させているが、固定の重み付け係数を用いることもできる。

【0088】

このようにして得られたチャンネル推定値（加算部 1 4 0 の出力）を用いて、遅延部 1 0 4 でタイミングを図った逆拡散後のデータシンボルのチャンネル変動（フェージング変動）を補償する。具体的には、逆拡散後のデータシンボルにチャンネル推定値の複素共役を乗ずることによりチャンネル変動を補償する。そして、補償後の信号を RAKE 合成手段 1 1 0 で同相合成する。

【0089】

（第 2 実施形態）

図 1 3 は、本発明の第 2 実施形態に係る復調装置が受信する信号のフレーム構成の一例を示す図である。本実施形態に係る復調装置は、データシンボルおよびパイロットシンボルが時間多重されているチャンネル（時間多重方式）の信号を受信し、復調する。このパイロットシンボル部分での受信信号（位相、振幅）を参照信号として、データシンボルのチャンネル変動を推定する。パイロットシンボルはデータシンボルの間に一定周期で挿入されている。本実施形態に係る復調装置によるチャンネル推定方法は、本発明の第 1 実施形態に係る復調装置によるチャンネル推定方法と同様である。

【0090】

図 1 4 は、本実施形態に係る復調装置の構成例を示すブロック図である。本実施形態に係る復調装置は、マッチトフィルタ 2 0 2、遅延部 2 0 4、チャンネル推定部 2 2 0、乗算部 2 0 8、および RAKE（レイク）合成部 2 1 0 を備える。本実施形態に係る復調装置も、CDMA 方式に準拠しているが、本発明を他の方式（例えば、TDMA 方式、FDMA 方式）に準拠した復調装置に適用することも可能である。本実施形態に係る復調装置は、情報レートより高速の拡散符号で広帯域の信号に拡散して多元接続伝送を行う。

【0091】

本実施形態に係るチャンネル推定部 2 2 0 の構成例は、図 4 に示した本発明の第

1 実施形態に係るチャネル推定部 1 2 0 の構成例と同様である。スロット同期検出部 1 2 2 では、データシンボルおよびパイロットシンボルが時間多重されたチャネルにおけるパイロットシンボル位置の検出を行う。本実施形態に係るフェージング周波数判定部の構成例も、図 5 に示した本発明の第 1 実施形態に係るフェージング周波数判定部 1 5 0 の構成例と同様である。

【 0 0 9 2 】

本実施形態に係る復調装置の動作も、基本的には本発明の第 1 実施形態に係る復調装置の動作と同様である。

【 0 0 9 3 】

図 1 5 は、1 スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャネル推定値を計算する例を示す図である。図 1 5 の例では、データシンボル区間 (1) および (2) については $n - 1$ 番目のパイロットブロックから $n + 1$ 番目のパイロットブロックを用いてチャネル推定値を計算し、データシンボル区間 (3) および (4) については n 番目のパイロットブロックから $n + 2$ 番目のパイロットブロックを用いてチャネル推定値を計算している。データシンボル区間 (1) および (2) についてのチャネル推定値の計算は、それぞれ同じ重み付け係数を用いて行うこともできるし、異なる重み付け係数を用いて行うこともできる。データシンボル区間 (3) および (4) についても同様である。

【 0 0 9 4 】

また、図 1 5 の例では、 $n - 1$ 番目のスロットの最後のデータシンボル区間 (1) のデータシンボルのチャネル推定値の計算、および n 番目のスロットの最初のデータシンボル区間 (2) のデータシンボルのチャネル推定値の計算において、同一のパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値を計算している。

【 0 0 9 5 】

図 1 6 ~ 図 1 8 も、1 スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャネル推定値を計算する例を示す図である。図 1 6 ~ 図 1 8 の例では、制御チャネルのスロットの前 2 シンボルおよび

後 2 シンボルがパイロットシンボルになっている。また、チャネル推定においては、一定シンボル数のパイロットシンボルに対する平均値をシンボル位置を逐次移動させながら計算する。図 1 6 ~ 図 1 8 の例では、パイロットブロックごとのパイロットシンボルの平均値は求めずに、パイロットシンボルを直接重み付け平均化している。

【 0 0 9 6 】

図 1 6 の例では、重み付け平均化に用いるパイロットシンボルは 4 つであり、1 スロット内のデータシンボルを 3 つの区間に分割している。図 1 7 の例では、重み付け平均化に用いるパイロットシンボルは 4 つであり、1 スロット内のデータシンボルを 5 つの区間に分割している。図 1 8 の例では、重み付け平均化に用いるパイロットシンボルは 8 つであり、1 スロット内のデータシンボルを 3 つの区間に分割している。

【 0 0 9 7 】

図 1 6 ~ 図 1 8 の例では、 i 番目 (i : 整数) のスロットの最後のデータシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値の計算、および $i + 1$ 番目のスロットの最初のデータシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値の計算において、同一のパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値を計算している。

【 0 0 9 8 】

本実施形態においても、重み付け平均化に用いる重み付け係数は、フェージング周波数に応じて変化させている。ただし、固定の重み付け係数を用いることもできる。

【 0 0 9 9 】

チャネル推定部 2 2 0 により得られたチャネル推定値を用いて、遅延部 2 0 4 でタイミングを図った逆拡散後のデータシンボルのチャネル変動 (フェージング変動) を補償する。具体的には、逆拡散後のデータシンボルにチャネル推定値の複素共役を乗ずることによりチャネル変動を補償する。そして、補償後の信号を RAKE 合成手段 2 1 0 で同相合成する。

【0100】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、並列時間多重方式において、パイロットシンボルを重み付け平均化してデータチャンネルのデータシンボルのチャンネル推定値を計算することにより、高精度なチャンネル推定を行うことができる。

【0101】

また、スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、各データシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値の計算に適切なパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャンネル推定値を計算することにより、高精度なチャンネル推定を行うことができる。

【0102】

さらに、パイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定することができる。また、より簡易な構成でフェージング周波数に対して最適なチャンネル推定を実現することができる。

【0103】

高精度なチャンネル推定が実現できれば、絶対同期検波により、所要の受信品質（受信誤り率）を得るために必要なSNIRを低減でき、その結果として送信電力を低減することができるため、システムの加入者容量を増大することができる。

【0104】

フェージング周波数判定部で得られた判定結果は、チャンネル推定における重み係数の設定のみならず、送信電力制御の作動・非作動の切り替え、送信ダイバーシチの作動・非作動の切り替え等、移動端末（携帯端末）の移動速度によってその性能（伝送特性）が影響を受ける各種個別技術の動作切り替えあるいはパラメータ設定に用いることで、さらなる伝送特性の向上が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1実施形態に係る復調装置が受信する信号のフレーム構成の一例を

示す図である。

【図 2】

本発明の第 1 実施形態に係る復調装置によるチャンネル推定の方法を説明するための図である。

【図 3】

本発明の第 1 実施形態に係る復調装置の構成例を示すブロック図である。

【図 4】

本発明の第 1 実施形態に係るチャンネル推定部の構成例を示すブロック図である。

【図 5】

本発明の第 1 実施形態に係るフェージング周波数判定部の構成例を示すブロック図である。

【図 6】

チャンネル推定値の計算例を示す図である。

【図 7】

1 スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャンネル推定値を計算する例を示す図である。

【図 8】

1 スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャンネル推定値を計算する例を示す図である。

【図 9】

1 スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャンネル推定値を計算する例を示す図である。

【図 10】

1 スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャンネル推定値を計算する例を示す図である。

【図 11】

フェージング周波数判定の概念を説明するための図である。

【図 12】

フェージング周波数をパラメータとして測定時間に対する測定値を、計算機シミュレーションで求めた結果を示す図である。

【図 13】

本発明の第 2 実施形態に係る復調装置が受信する信号のフレーム構成の一例を示す図である。

【図 14】

本発明の第 2 実施形態に係る復調装置の構成例を示すブロック図である。

【図 15】

1 スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャネル推定値を計算する例を示す図である。

【図 16】

1 スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャネル推定値を計算する例を示す図である。

【図 17】

1 スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャネル推定値を計算する例を示す図である。

【図 18】

1 スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、データシンボル区間ごとにチャネル推定値を計算する例を示す図である。

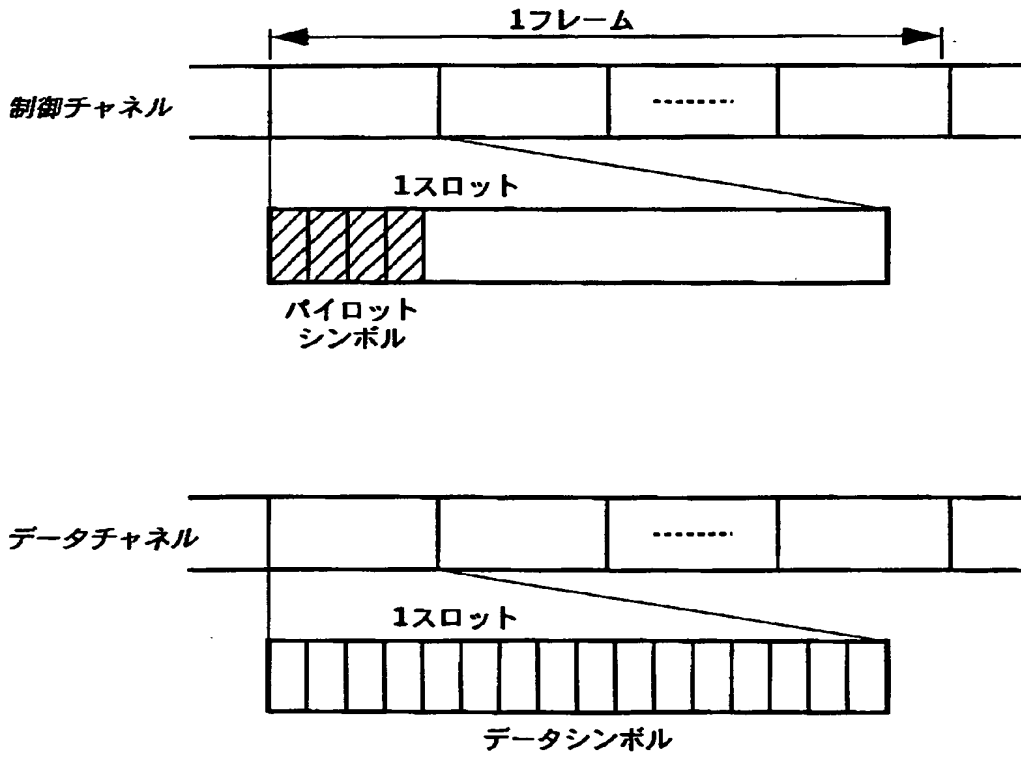
【符号の説明】

- 102 データチャネル用マッチトフィルタ
- 104、126、128、130、204 遅延部
- 106 制御チャネル用マッチトフィルタ
- 108、132、134、136、208 乗算部
- 110、210 RAKE合成部
- 120、220 チャネル推定部
- 122 スロット同期検出部
- 124 パイロットシンボル平均化部

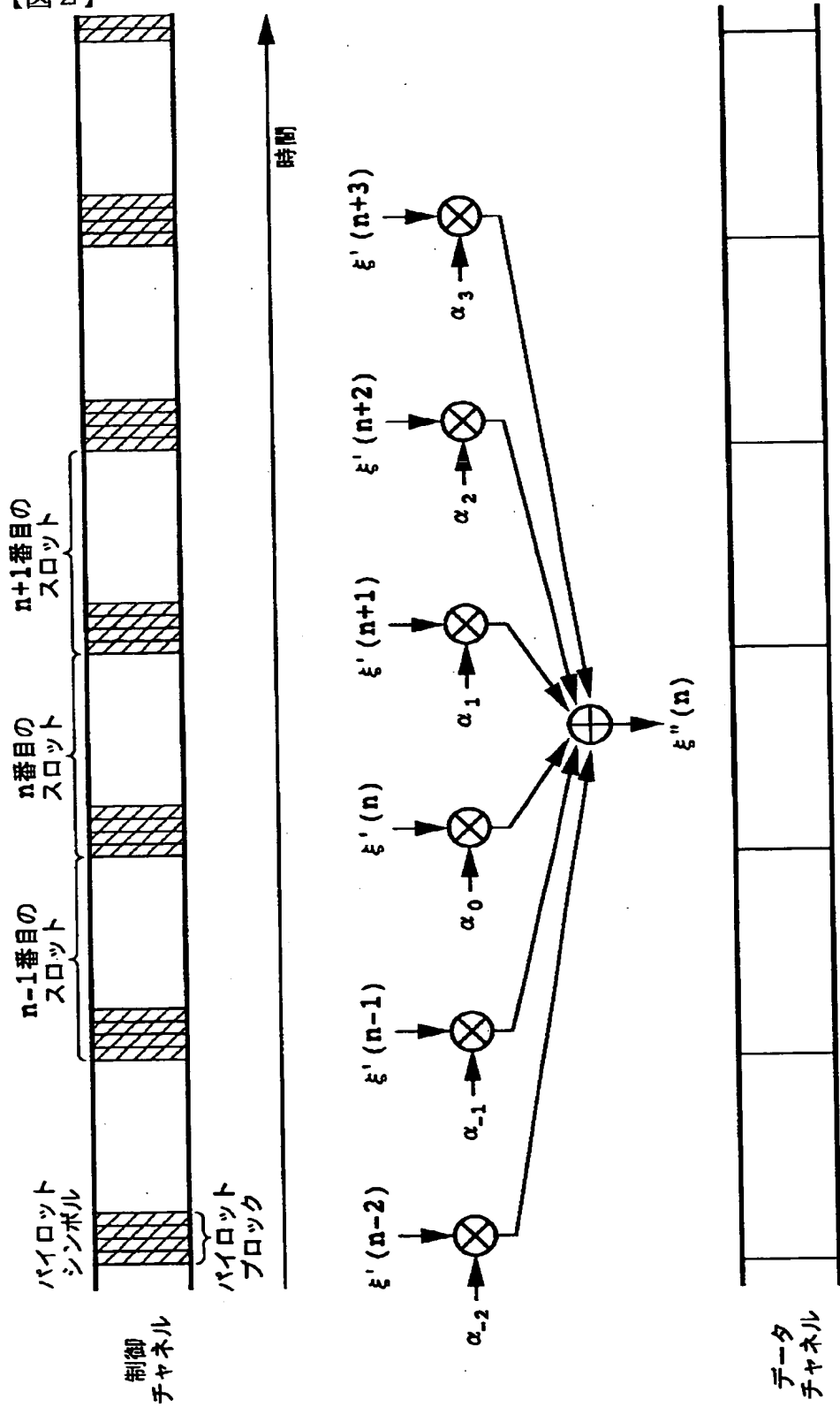
- 1 3 8 重み付け係数制御部
- 1 4 0 加算部
- 1 5 0 フェージング周波数判定部
- 1 5 2 正規化部
- 1 5 4 内積値計算部
- 1 5 6 第 1 平均化部
- 1 5 8 第 2 平均化部
- 1 6 0 閾値判定部
- 2 0 2 マッチトフィルタ

【書類名】 図面

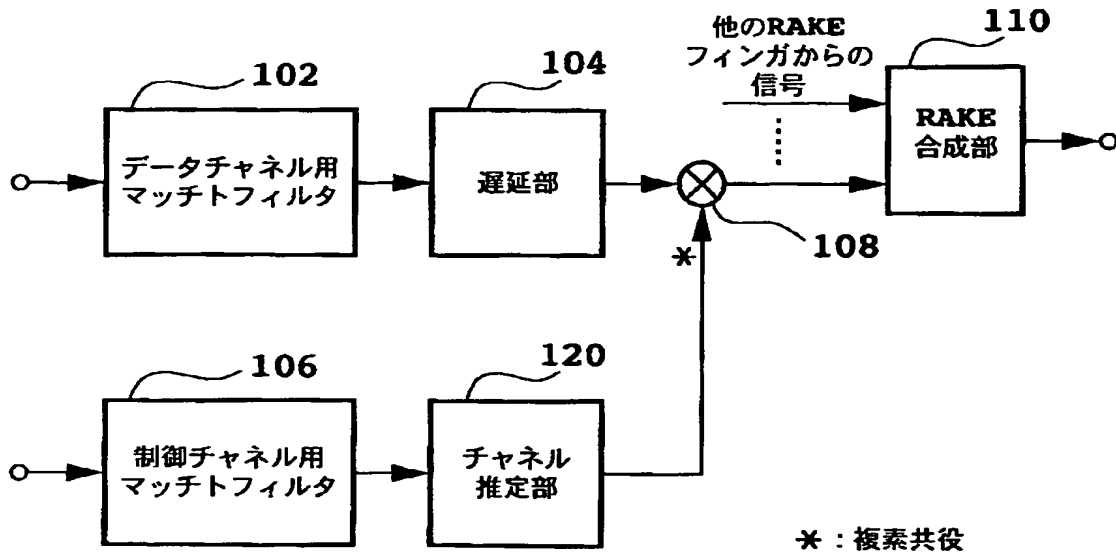
【図 1】



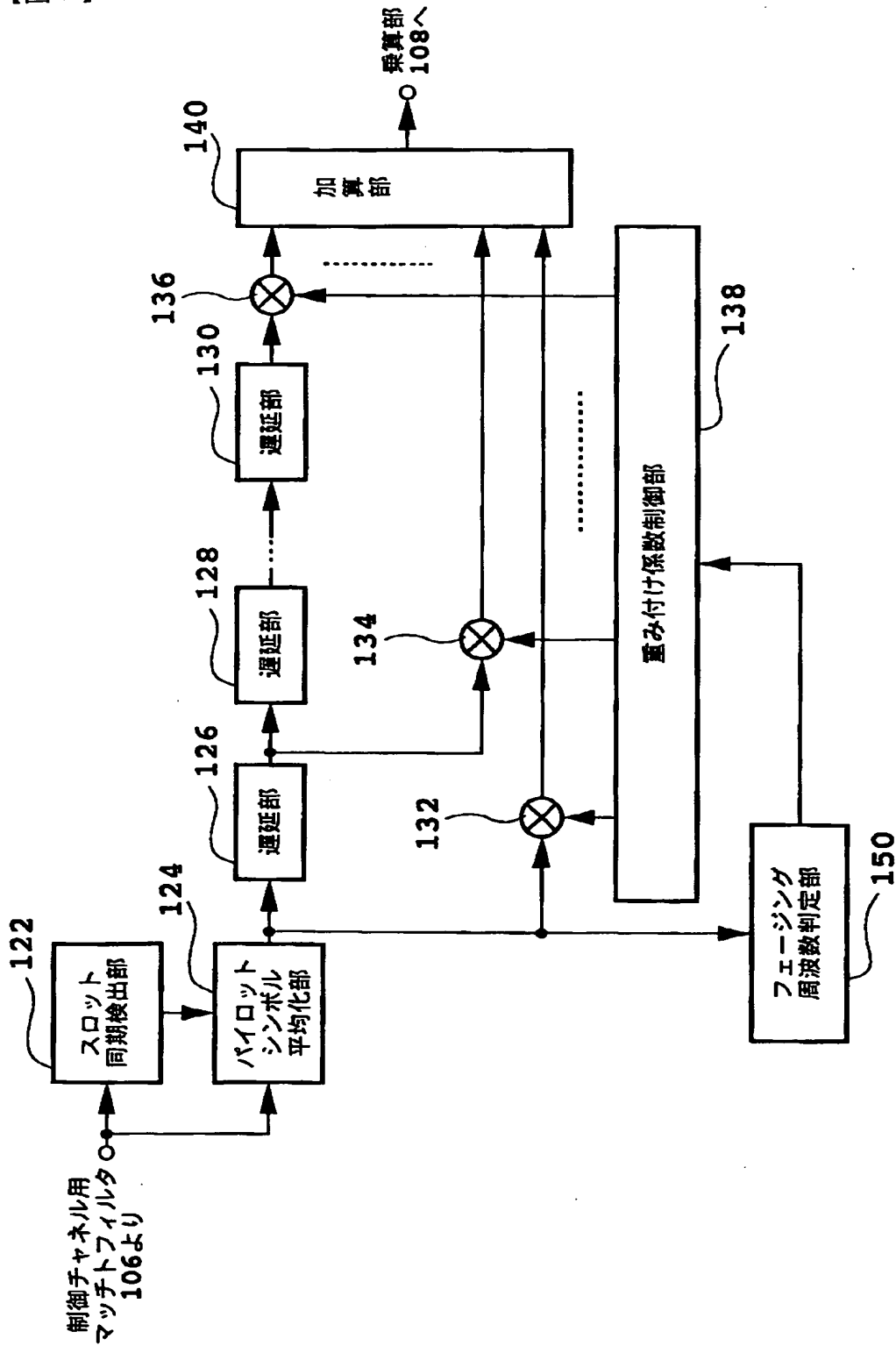
【図 2】



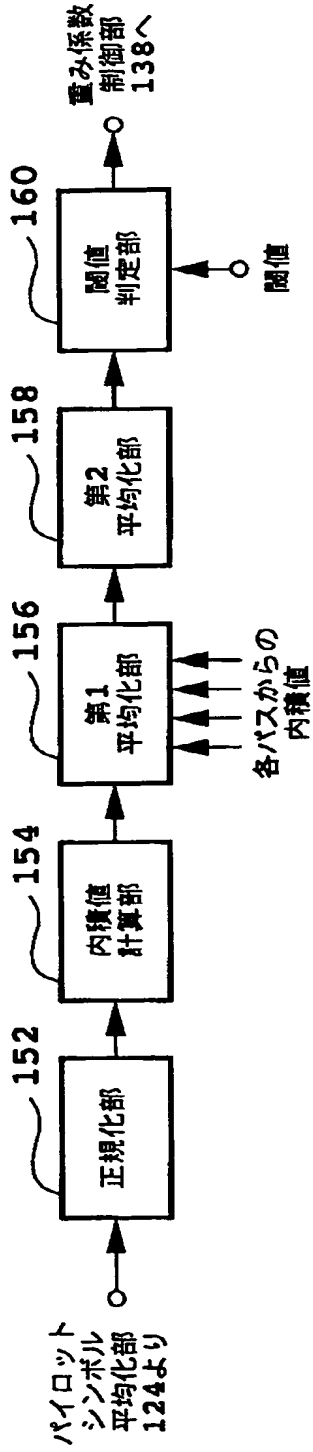
【図 3】



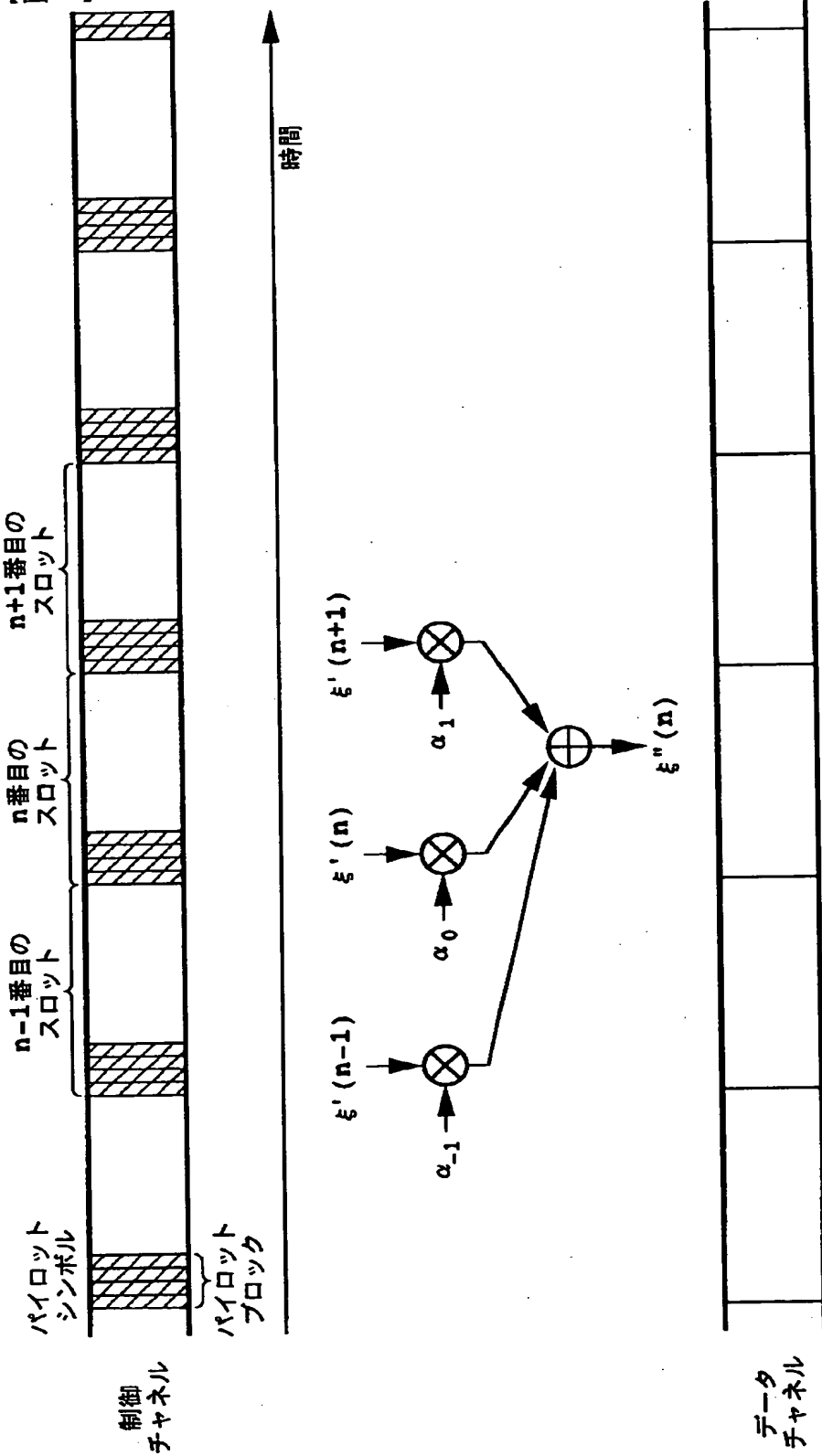
【図 4】



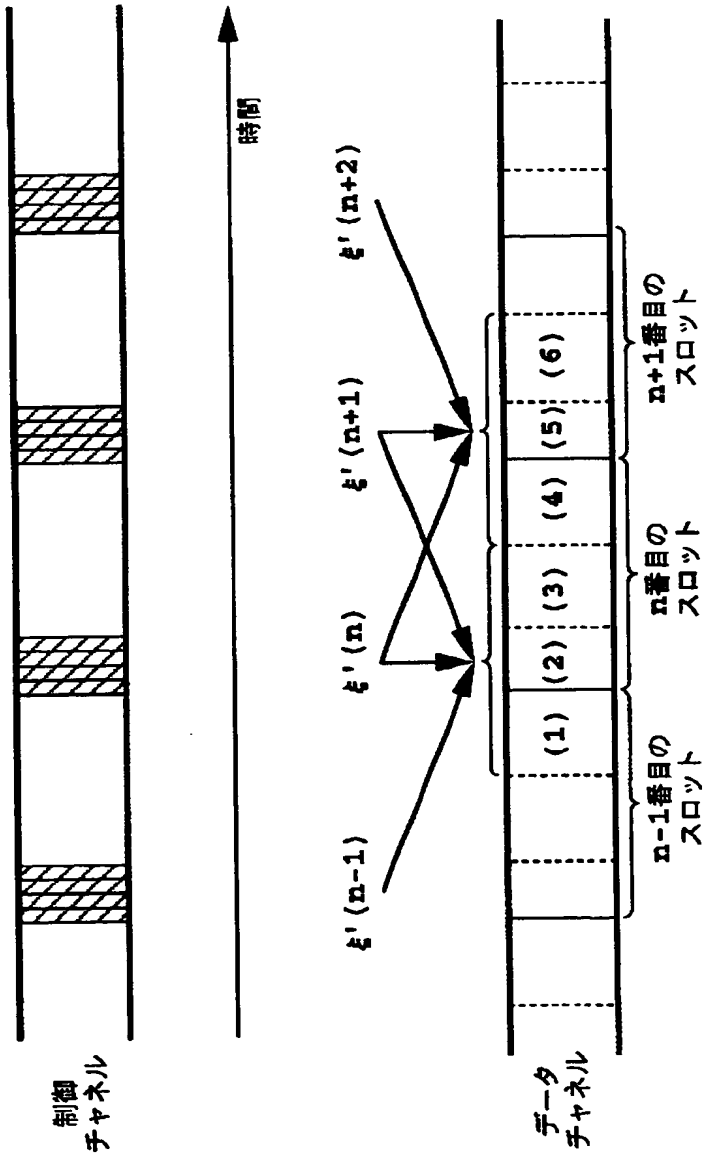
【図5】



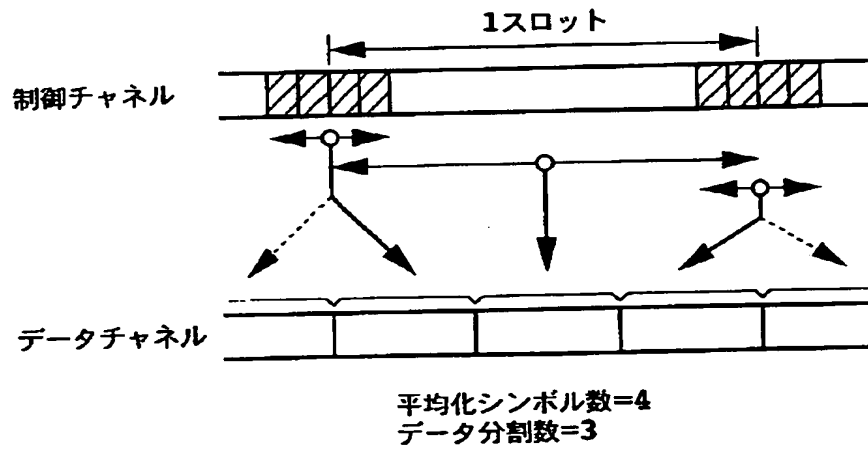
【図6】



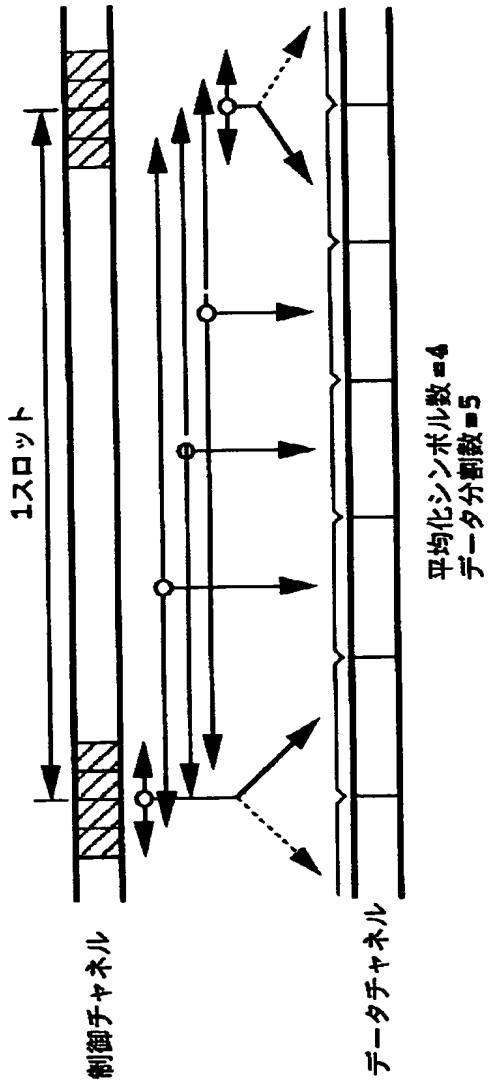
【図 7】



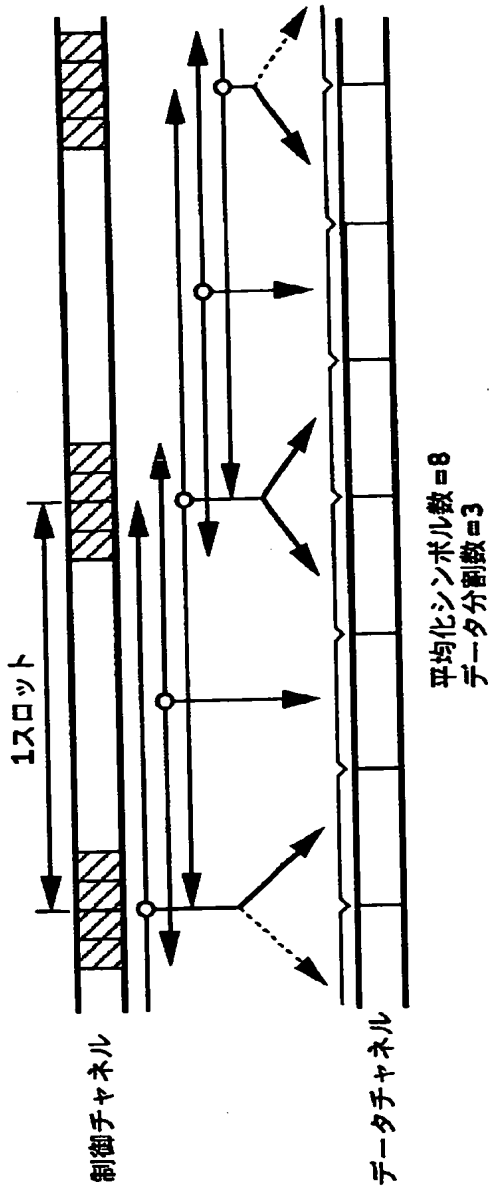
【図 8】



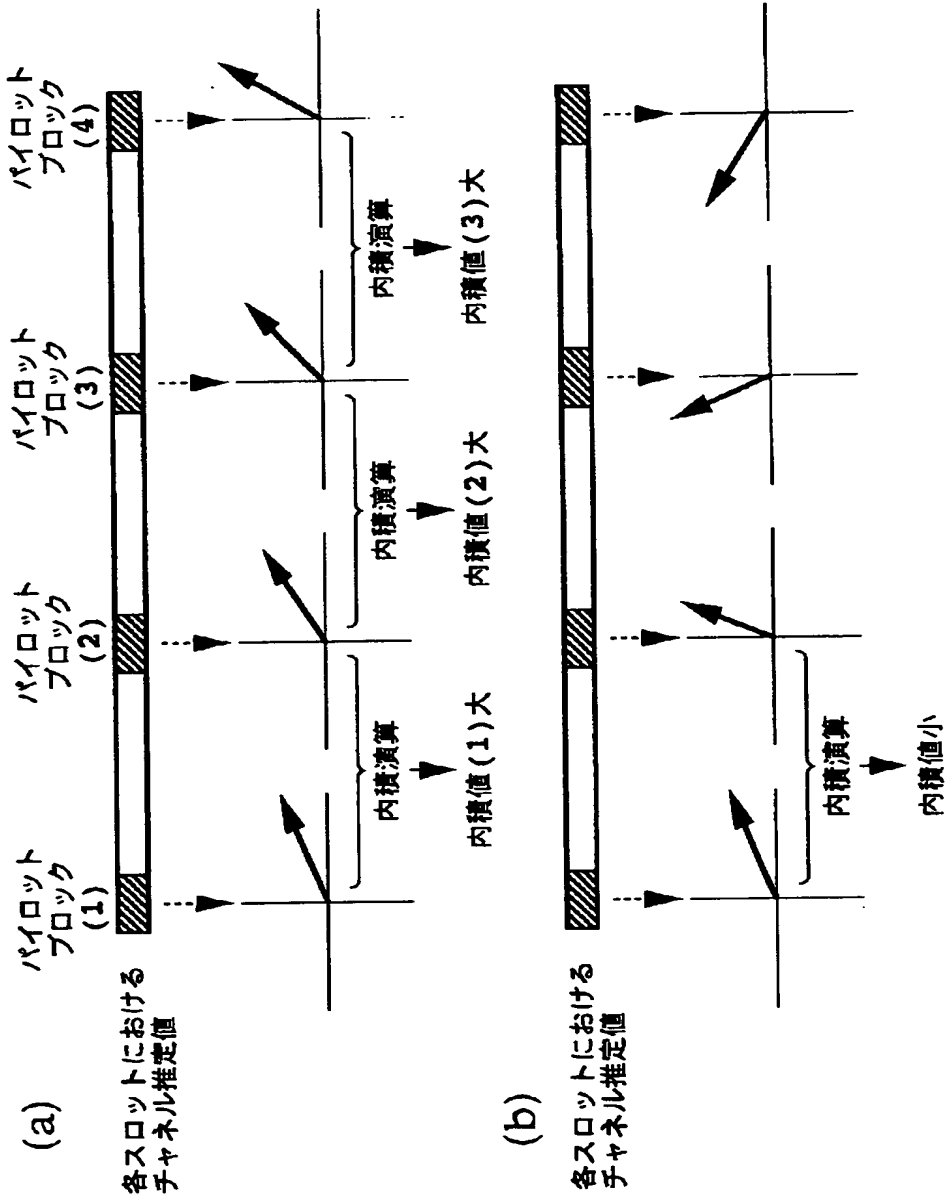
【図9】



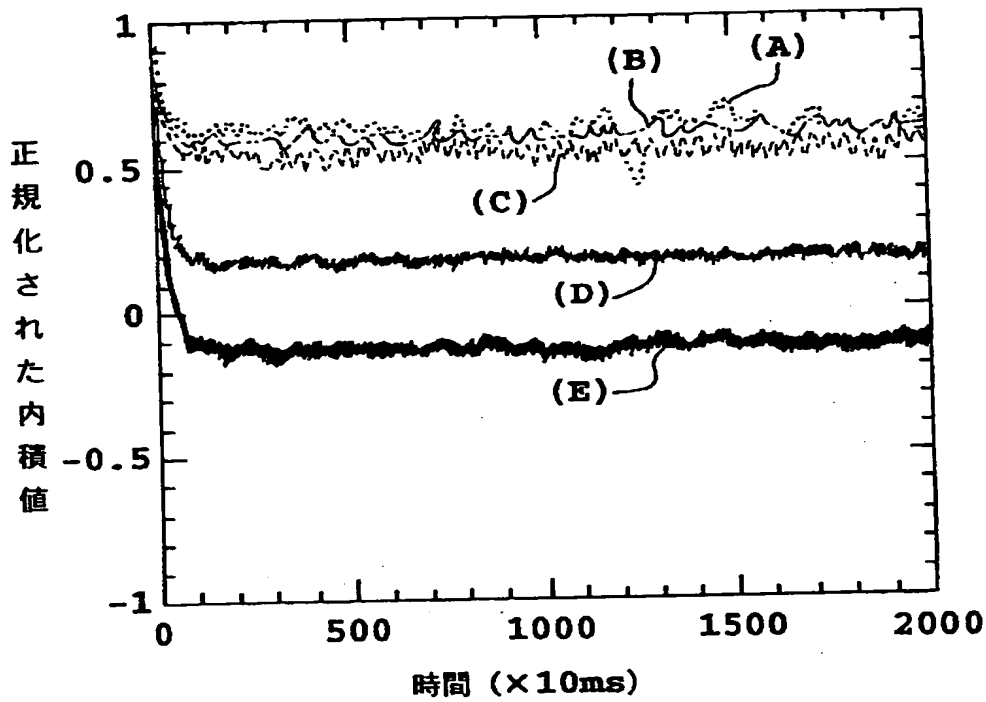
【図10】



【図 11】

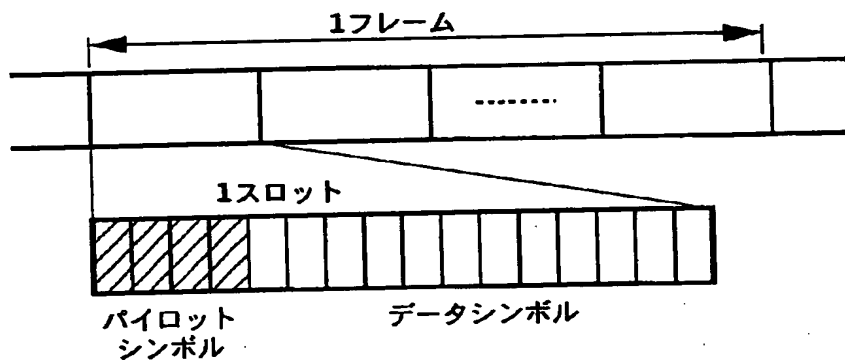


【図12】

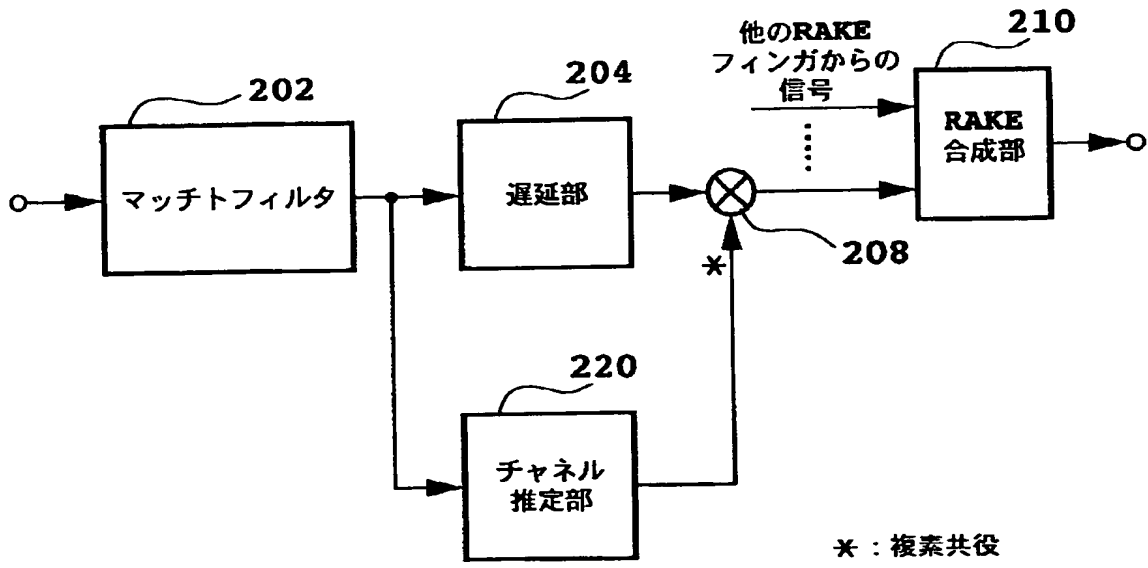


- (A) fD Tslot=0.001
- (B) ----- fD Tslot=0.01
- (C) - · - · - · fD Tslot=0.1
- (D) ————— fD Tslot=0.3
- (E) ————— fD Tslot=0.5

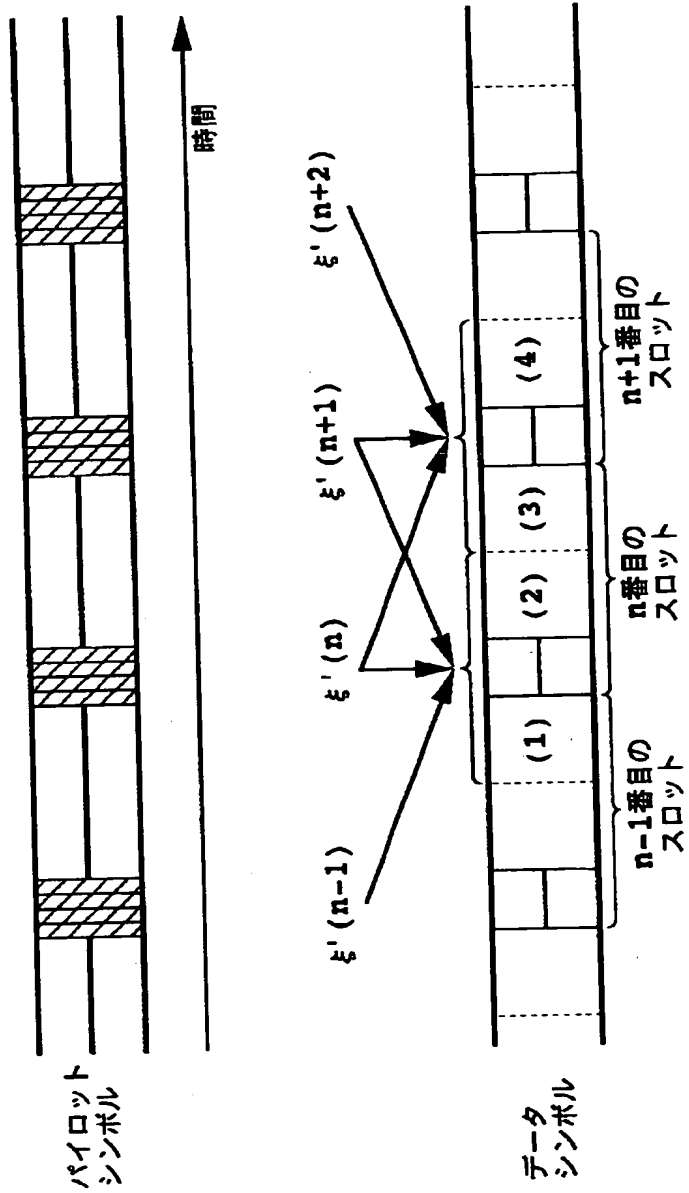
【図13】



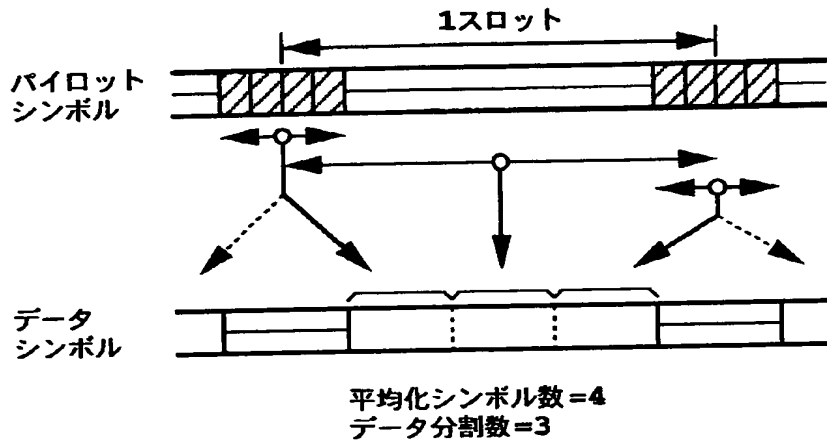
【図 1 4】



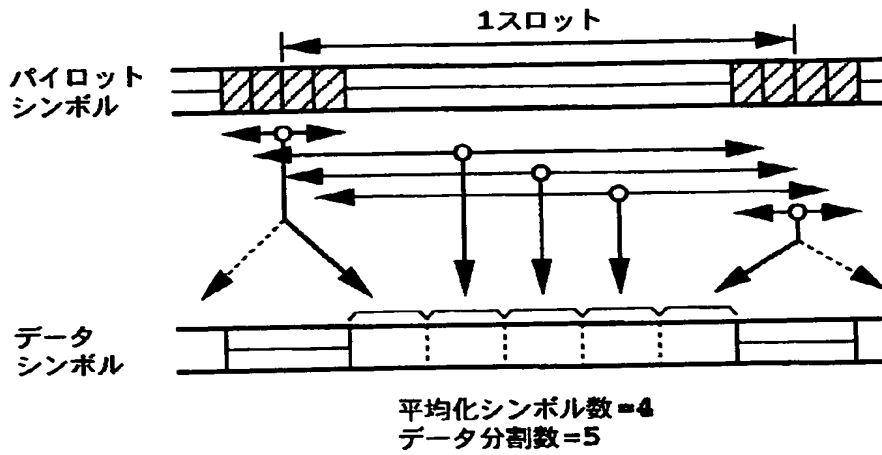
【図 1 5】



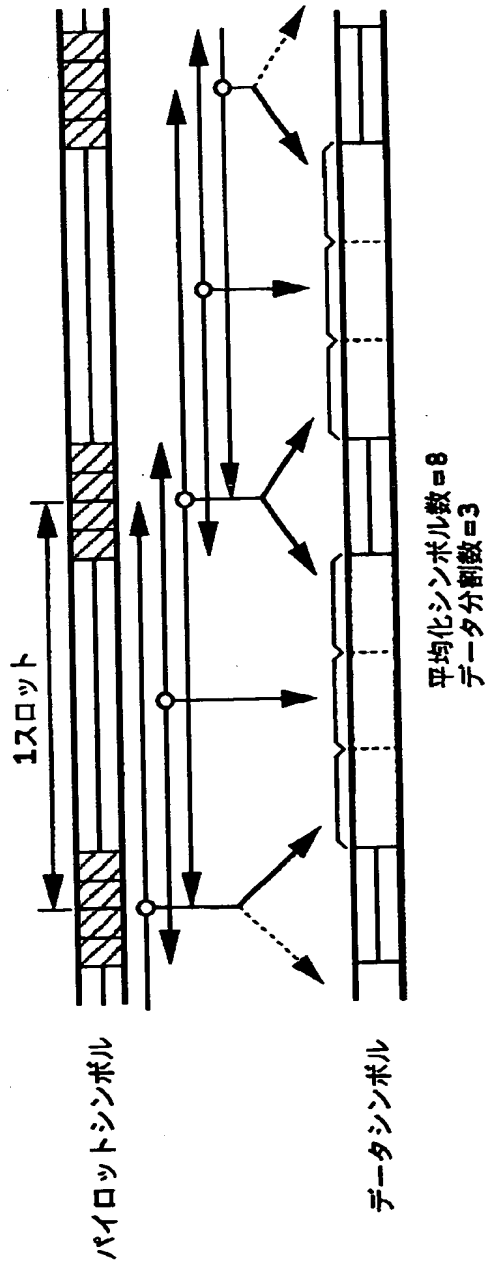
【図16】



【図17】



【図18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 パイロットシンボルを用いて高精度なチャネル推定を行う。

【解決手段】 並列時間多重方式において、パイロットシンボルを重み付け平均化してデータチャネルのデータシンボルのチャネル推定値を計算する。スロット内のデータシンボルを複数のデータシンボル区間に分割し、各データシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値の計算に適切なパイロットシンボルを選択し、該パイロットシンボルを重み付け平均化して各データシンボル区間のデータシンボルのチャネル推定値を計算する。パイロットシンボルの内積値に基づきフェージング周波数を判定する。判定したフェージング周波数に応じて重み付け係数を変化させる。

【選択図】 図2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[392026693]

1. 変更年月日
[変更理由]
住 所
氏 名

1992年 8月21日
新規登録
東京都港区虎ノ門二丁目10番1号
エヌ・ティ・ティ移動通信網株式会社

This Page Blank (uspto)